



**Comité Français d'Étude et de Développement
de la Fertilisation Raisonnée**

POTENTIEL REDOX

SYNTHÈSE PAR HÉLÈNE LAGRANGE

Potentiel RedOx: Base de chimie des solutions

- Une réaction d'oxydoréduction = Somme de deux $\frac{1}{2}$ réactions dans lesquelles se font des échanges d'e-
Dans les équations de 1/2 réaction les (e⁻) apparaissent.
Dans l'équation bilan, somme des 1/2 réactions, les électrons (e⁻) n'apparaissent pas.
 - Une forme oxydée accepte des e-
 - Une forme réduite cède des e-
- Le potentiel redox est « la force électromotrice d'une pile, constituée de l'électrode considérée et de l'électrode standard à hydrogène »
 - On utilise un potentiel de référence théorique, couple H⁺/H₂ = 0V, noté E(ESN)
 - Pot redox = E(Ox/Red) – E(ESN), exprimé en mV
 - Le potentiel dépend de l'activité des éléments (leur concentration), et de la température
- Quand l'équilibre de l'écriture de l'équation RedOx fait intervenir des H⁺, alors le pot RedOx dépend du pH. On a donc des diagramme potentiel-pH, avec des potentiels apparents à un pH donné
- Le pouvoir oxydant ou réducteur d'un élément change avec le pH de la solution
- La mesure du pH est une réaction d'oxydo-réduction
- En biochimie on utilise le potentiel apparent à pH7, noté E₇

Potentiel RedOx: Méthode de mesure du sol

- On mesure avec un voltmètre une différence de potentiel entre 2 électrodes
- La valeur de potentiel indiquée par le voltmètre est dépendante du type d'électrode et de la température de mesure

2 types de mesures:

- **Mesure à partir de sol séché tamisé puis réhumecté : (n'est pas recommandée)** : dépend davantage du taux de séchage et de réhumectation de l'échantillon que de son activité électrique initiale

- **Mesures réalisées *in situ***, au champ; s'accompagne systématiquement d'une mesure de pH

présente un intérêt s'il y a un suivi temporel

mesure en continu en laissant l'électrode dans le sol n'est pas possible (biofilm sur électrode)

forte variabilité spatio-temporelle du potentiel rédox (saison mais aussi au sein d'une journée)

nécessite un emplacement où il n'y a pas de champs électromagnétiques perturbateurs (réseaux wifi, appareils électriques, téléphones, orage, lignes électriques ...)

=> **Nombreuses limites pour rendre cette mesure répétable**

- Le rédox du sol est fortement corrélé à son niveau de saturation en eau, D'autres facteurs climatiques ou liés aux pratiques agricoles peuvent également faire varier ce potentiel rédox

Potentiel RedOx: Méthode de mesure sur végétaux

- Mesure directe sur la plante

On plante une électrode de platine sur la feuille roulée en évitant de piquer la nervure et on place l'autre électrode dans une solution de KCl. La valeur de Eh diminue jusqu'à un plancher : c'est la valeur de ce plancher qui est retenue pour la mesure

Mesure sur les plantes est très variable

maximal en fin de nuit car pas de photosynthèse et diminue au cours de la journée

Effet variétal / espèces

Selon positionnement électrodes sur la feuille (centre extrémité)

Selon âge des feuilles

- Le rédox de la plante dépend quant à lui principalement de son activité photosynthétique

Potentiel RedOx: dans les sols, lien avec l'agronomie?

Termes descriptifs	Eh (mV/ENH)
Les sols oxydés	> + 400
Les sols modérément réduits	+ 400 < Eh < + 400
Les sols réduits	- 100 < Eh < + 100
Les sols fortement réduits	- 300 < Eh < - 100

- La gamme de potentiels rédox retenue pour une croissance favorable des plantes serait comprise entre +350 et +500 mV
- Le potentiel rédox mesuré semble révélateur d'équilibres ou de déséquilibres au niveau du fonctionnement du sol pouvant résulter de conditions pédoclimatiques et de certaines pratiques :
 - le tassement des sols,
 - l'hydromorphie,
 - l'engorgement et leur anoxie conduisent à un état très réduit.
 - D'autres phénomènes comme la sécheresse conduisent à un état oxydé.

- La théorie:

Une cellule vivante fonctionne à une valeur de pH et de redox optimale pour maintenir son équilibre homéostatique. Cela représente un coût énergétique de maintenir cet équilibre mais qui est nécessaire à son bon fonctionnement métabolique.

Les plantes régulent à la fois ces paramètres en interne et dans leur environnement immédiat par la sécrétion d'exsudats racinaires; un coût énergétique pour la plante ?

L'état du potentiel redox du sol ou des plantes cultivées peut donc être favorable ou défavorable à diverses populations de micro-organismes

Potentiel RedOx: dans les sols, lien avec l'agronomie?

Dans les sols :

- Les variations sont très rapides, une mesure tous les jours nécessaire
 - Applications qui apportent peu d'information par rapport à un simple test sur la structure du sol → ça n'aide pas l'agriculteur
 - Les mesures de l'Eh dans les sols ont été utiles initialement pour la recherche pour mieux comprendre les processus mais **ne sont pas opérationnelles pour un agriculteur** : l'évaluation de la structure du sol est un bon proxy de la présence de niches pH-RedOx diversifiées et essentielles à l'activité biologique (cycles des nutriments) et au bon fonctionnement des plantes.
 - Tant qu'on n'a pas de mesures répétables et en grandes quantités → pas de référentiel pour interpréter l'Eh dans les sols
- il faut promouvoir des pratiques qui vont permettre aux sols d'avoir une bonne structure + des teneurs en MOS élevées

Potentiel RedOx: dans les sols, lien avec l'agronomie?

Dans la plante :

Sur les plantes, la mesure de l'Eh semble plus intéressante

- Bientôt possible en routine (développement en cours avec construction de référentiels)
- Réponse de la mesure aux changements de pratiques et l'état de santé de la plante → piste à explorer.

Potentiel RedOx:

Non le potentiel RedOx et le pH n'évoluent pas toujours dans le même sens:

D'après André Turpin:

L'évolution du pH peut être très diverse lorsque Eh augmente:

Dans les sols, apports et minéralisation de MO ont lieu.

Donc les processus sont en concurrence pour faire évoluer le pH et Eh.

L'évolution de Eh selon le pH peut emprunter des voies diverses.

Potentiel RedOx: Conclusion

- Sans référentiel comment l'utiliser?
 - Existe-t-il des référentiels selon les espèces/ bioagresseurs? Pour quantifier un stress?
- Qu'apporte la mesure du Eh en plus que les méthodes classiques référencées (pH, observation hydromorphie, tassement)?
- Peu de publications en contexte agricole
- Pas (ou peu ?) de résultats laissent à penser que le potentiel RedOx est un indicateur supplémentaire et complémentaire évaluer l'état d'un sol
- Méthodo de mesure à un faible niveau de maturité
- Recherche s'oriente sur les mesures et la compréhension de l'équilibre redox dans la plante